Journal of Engineering Education Research
Vol. 20, No. 6, pp. 35~42, November 2017

SIT 사고도구에 내재된 TRIZ 발명원리 분석

김중현·박영택†
성균관대학교 기술경영학과

Analysis of TRIZ Inventive Principles Embedded in SIT Thinking Tools

Kim, Jung Hyeon·Park, Young Taek†
Department of Management of Technology, Sungkyunkwan University

ABSTRACT
SIT(Systematic Inventive Thinking), a simplified version of TRIZ, has gained in popularity and used worldwide over recent years. In this paper, the relationship between 5 thinking tools of SIT and 40 inventive principles of TRIZ was examined. For the purpose, many practical TRIZ cases applied in a world-class consumer electronics company were analyzed. The analysis showed that SIT thinking tools were composed of 11 principles in 40 TRIZ inventive principles. Among SIT 5 thinking tools, division and attribute dependency were most frequently used. However, heavily used inventive principles such as preliminary action and beforehand cushioning were not included in SIT. If these principles are additionally reflected in SIT, the effectiveness of the thinking tools will be significantly increased.

Keywords: TRIZ, Inventive principles, SIT, 5 thinking tools

I. 서 론

레오나르도 다빈치(Leonardo da Vinci), 알베르트 아인슈타인(Albert Einstein), 파블로 피카소(Pablo Picasso), 마르셀 뒤샹(Marcel Duchamp), 리처드 파인먼(Richard Feynman), 버지니아 울프(Virginia Woolf) 그리고 이고르 스트라빈스키(Igor Stravinsky) 등과 같이 탁월한 창조성을 발휘한 사람들에게서 공통적으로 관찰되는 생각의 방법을 연구한 Root-Bernstein 교수 부부는 사물과 현상을 낯설게 거꾸로 보는 습관이 매우 중요하다는 것을 강조하면서(Root-Bernstein and Root-Bernstein, 2001), 다음과 같이 언급하였다(조선일보 위클리비즈 팀, 2010, p. 345).

> "무수히 많은 과학자들의 사례를 분석해 본 결과 나는 이들의 공통점을 발견했어요. 물론 전략 자체는 각각 다르게 나타났지만 기본적으로 이들은 현상을 거꾸로 보는 사람들이었어요. 어떤 패턴이든, 어떤 모양이든 항상 회전해보고, 거꾸로 보고, 다양한 각도에서 분석했죠."

창의성도 거꾸로 보면 어떨까? 창의성을 한마디로 정의하기는 힘들지만 독창성(originality)이 필수요소 중 하나라는 데에는 이견이 없다(Finke, 1990; Runco and Garrett, 2012). 독창성이 중요하다는 것에는 공감하면서도 자신이 독창적 생각을 한다는 것은 누구에게나 어려운 일이다. 무언가 새롭고 남다른 것이 창의적이라는 생각을 뒤집어 "하늘 아래 새로운 것이 없다"는 관점에서 생각해 보자. 우리가 새롭고 독창적이라는 것들도 많이 모아서 보면 그 안에 공통적 사고 패턴이 있지 않을까?

Altshuller는 일찍이 이러한 생각을 한 선구자였다. 그는 수만 건의 특허를 분석한 결과 동일한 유형의 문제해결 원리가 반복적으로 적용되는 것을 발견하고(Terninko et al., 1998), 이러한 원리들을 찾아내어 체계화하면 사람들에게 가르칠 수 있다는 생각 하에 TRIZ를 개발하였다. 그러나 TRIZ에서 활용되는 발명원리가 40가지나 되기 때문에 이를 모두 배우고 익히는 것은 쉽지 않은 일이다. 또한 40가지 발명원리가 기술적 모순을 해결하는데 적용된 것들이기 때문에 기술적 영역을 벗어나면 적용이 쉽지 않다.

이러한 TRIZ의 한계를 극복하기 위해 이스라엘의 Horowitz와 Goldenberg 등은 SIT(Systematic Inventive Thinking, 체계적 발명사고)라는 이론을 개발하였다(Horowitz, 2001; Goldenberg et al., 2003). SIT는 TRIZ의 40가지 발명원리 중 사용빈도가 낮은 것과 특정한 공학적 해결책에 국한되는 것은 배제하고, 사용빈도가 높은 보편적 발명원리들을 유사한 것

Received October 18, 2017; Revised November 17, 2017
Accepted November 21, 2017
† Corresponding Author: ytpark@skku.edu

끼리 묶어서 '5가지 사고도구'로 집약한 것이다.

TRIZ에 비해 SIT가 상대적으로 학습이 쉬울 뿐 아니라 적용 효과도 좋다는 것이 알려지기 시작하면서 세계 각국으로 보급되었다. 현재는 이스라엘의 테크니온공대와 히브리대학뿐 아니라 미국의 신시내티대학, 컬럼비아비즈니스스쿨, 와튼비즈니스스쿨, 영국의 런던비즈니스스쿨, 싱가포르국립대학, 성균관대학교 기술경영대학원 등에서 SIT를 가르치고 있다.

그러나 SIT 5가지 사고도구가 TRIZ 40가지 발명원리로부터 어떻게 나왔는지에 대한 개략적 설명만 있을 뿐, 이들 사이의 관계에 대한 엄밀한 연구가 이루어진 적이 없다. 그 이유는 학계에 있는 연구자들이 이러한 연구를 수행할 수 있을 만큼 충분한 양의 TRIZ 적용사례를 접할 수 없었기 때문으로 생각된다. 김중현 외(2017)는 전자업계의 월드클래스 기업 S전자에서 10년 동안 수행한 2,500여 건의 TRIZ 적용사례를 분석하여 본 학회지에 게재한 바 있다. 본 연구에서는 이 선행연구를 토대로 실제 수행된 다양한 문제해결 사례들을 분석함으로써 SIT 5가지 사고도구와 TRIZ 40가지 발명원리의 관계를 검토하고, SIT 사고도구에 내재되어 있는 TRIZ 발명원리를 명확하게 규명하고자 한다. 또한 이러한 연구를 통해 SIT 사고도구를 산업 현장에서 좀 더 실질적으로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

1. TRIZ

TRIZ는 '발명적 문제해결론'이라는 뜻의 러시아어 머리글자를 모은 약자로서, 러시아의 발명가 Altshuller가 수많은 특허 분석을 통해 발명의 원리를 규명하고 제안한 체계적인 지식 기반 방법론이다(Savranksy, 2000). Altshuller는 특허 20만 건 중에서 창의적인 특허 4만 건을 추출하여 분석한 결과, 분야와 시대를 막론하고 동일한 유형의 문제와 모순이 지속적으로 등장하고 동일한 문제해결 유형과 원리가 반복적으로 적용되는 문제해결의 규칙성을 발견하였다(Terninko et al., 1998).

TRIZ는 모순, 자원, 이상성이라는 3가지 기본 개념을 기반으로 다양한 도구들(toolkit)을 제안하고 있다(Rantanen and Domb, 2002). 다음은 이에 대한 간략한 설명이다.

① 모순(Contradiction)

기술시스템은 모순을 극복해 가며 진화 및 발전한다는 기본적인 관점에서 발명문제는 적어도 하나 이상의 모순을 포함하고 있다고 전제한다(Terninko et al., 1998). 행정적 모순은 원하는 것 즉 요구사항을 알지만 어떻게 달성해야 할지 모르는 상황을 의미한다. 이에 비해 기술적 모순은 시스템의 한 가지 특성을 개선할 경우 시스템의 다른 특성을 악화시키는 상황이며, 물리적 모순은 하나의 기술적 특성이 상반된 두 개의 물리적 상태를 동시에 가져야 하는 상황이다.

② 자원(Resources)

자원이란 문제 해결에 활용될 수 있는 모든 것으로서, 이용 가능하지만 아직 활용되지 않는 것이다(Rantanen and Domb, 2002). 문제 환경의 내부 혹은 외부에 존재하는 사물, 정보, 에너지 또는 물질의 특성을 최대한 활용하여 모순을 해결하면 이상적 최종 결과에 도달하는 것이 가능하다.

③ 이상성(Ideality)

Altshuller(2007)가 기술시스템 진화의 종점이라고 명시했던 이상적 시스템(ideal system)은 존재하지 않으면서도 필요한 기능이 수행되는 시스템을 의미한다(Salamatov, 2005). 이상성은 이러한 이상적 시스템에 얼마나 가깝게 접근하고 있는가를 보여주는 척도로서 모든 시스템은 유해한 특성은 감소하고 유익한 특성은 증가하는 방향으로 진화한다.

TRIZ의 이론적 체계 중 SIT의 기반이 된 발명원리와 직접 관계된 것만 요약하면 다음과 같다(박영택, 2016).

① 기술적 모순(Technical Contradictions)

하나의 특성을 개선하고자 하면 다른 특성이 악화되는 상황을 말한다. 예를 들어 자동차의 안전성을 높이기 위해 두꺼운 강판을 쓰면 차체가 무거워져서 연비가 떨어지는 경우가 여기에 속한다.

② 발명적 문제(Inventive Problems)

해결되지 않은 기술적 모순이 포함된 문제를 말한다. 예를 들어 배를 생각해 보자. 고속정과 같이 빠른 속도가 요구되는 배는 뾰족해야 하지만 날렵하게 생긴 배는 거센 풍랑에 전복되기 쉽다. 이에 반해 화물선과 같이 넓적하게 생긴 배는 안정성이 높지만 물의 저항 때문에 속도가 떨어진다. 이처럼 선체의 폭이라는 특성에는 속도와 안정성 사이의 기술적 모순이 존재하므로 선체 폭을 결정하는 것은 발명적 문제가 된다.

③ 발명적 해결책(Inventive Solutions)

한 가지 특성을 개선하려면 다른 특성이 나빠지는 기술적 모순이 존재할 경우 전통적으로 최적 절충점을 찾으려고 하였다. 이를 테면 "속도와 안정성의 양면을 고려하면 선체의 폭이 어느 정도 되는 게 좋을까?"라는 생각이다. 그러나 발명적 해결책은 이러한 타협이 아니라 기술적 모순을 근원적으로 해소하

는 해결책을 말한다.

④ 발명원리(Inventive Principles)
기술적 모순의 해소에 사용되는 공통적 원리를 말한다. Altshuller는 수많은 특허분석을 통해 40가지 발명원리를 추출하였다.

2. SIT

SIT(Systematic Inventive Thinking)는 이스라엘의 Roni Horowitz와 Jacob Goldenberg가 TRIZ를 기반으로 개발한 창의적 발상기법이다(Goldenberg et al., 2003). 기술적 난제를 해결하기 위해 TRIZ가 다양하고 강력한 도구들을 제시하고 있으나 학습 난이도가 높기 때문에 이를 자신의 문제에 실제로 적용할 수 있을 만큼 배우고 익힌다는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 TRIZ의 40가지 발명원리들 가운데 용도가 제한적이거나 사용빈도가 낮은 것은 배제하고 유사한 것들은 통합하여 5가지 사고도구를 만들었다(Horowitz, 2001). TRIZ로부터 SIT가 어떻게 나왔는지 요약하면 다음과 같다(Horowitz, 2001; 박영택, 2016).

① 단계 1: '이상적 해결책(IFR)'에서 '닫힌 세계(CW)'의 조건 도출
TRIZ의 주요 개념 중 하나인 '이상성(Ideality)'은 해결책과 관계된 유익한 기능의 총량을 유해한 기능의 총량으로 나눈 것이다. 유익한 기능이나 유해한 기능을 정량적으로 측정한다는 것이 현실적으로 어렵겠지만, 개념적으로 유익한 기능은 많고 유해한 기능이 적으면 이상성의 정도가 높다고 볼 수 있다.

$$\text{이상성}(Ideality) = \frac{\text{유익한 기능의 합}}{\text{유해한 기능의 합}}$$

그런데 유익한 기능만 있고 유해한 기능이 없다면 이상성의 값은 무한대가 된다. 이처럼 돈이나 시간이나 노력 등이 전혀 들어가지 않으면서 유익한 기능만 있다면 가장 이상적이다. 이러한 해결책을 '이상적 해결책(Ideal Final Result, IFR)'이라고 한다. 외부자원을 투입하지 않고 문제를 해결하면 돈이나 다른 노력이 들어가지 않으므로 이상적 해결책(IFR)이 된다. SIT에서는 외부자원을 투입하지 않고 기존에 존재하던 요소들만으로 문제를 해결하는 것을 '닫힌 세계(Closed World, CW)'의 조건이라고 한다.

② 단계 2: '모순 해결'에서 '질적 변화(QC)'의 조건 도출
TRIZ의 핵심은 기술적 모순을 해소하는 발명적 해결책을 찾는 것이다. TRIZ에서는 발명적 해결책을 개념적으로만 기술하였으나 Horowitz는 이를 '질적 변화(Qualitative Change, QC)'의 조건이라는 것으로 정의하였다. 질적 변화란 문제를 일으키는 요인을 개선하더라도 이로 인한 유해효과의 증가가 발생하지 않아서 기술적 모순이 더 이상 존재하지 않는 것을 말한다.
'닫힌 세계(CW)'와 '질적 변화(QC)'의 조건은 앞서 설명한 발명적 해결책이 되기 위한 충분조건이 된다(Maimon and Horowitz, 1999).

③ 단계 3: '40가지 발명원리'에서 '5가지 사고도구' 도출
TRIZ에서는 발명적 해결책을 찾기 위한 지침으로서 40가지 발명원리를 제공하지만 여기에는 다음과 같은 문제가 있다.
- 발명원리들이 적용되는 추상적 수준이 일정하지 않다. 예를 들어 '차원 변경(발명원리 17)'처럼 매우 일반적인 것이 있는 반면 '기계적 진동(발명원리 18)'이나 '공압(空壓)과 유압(油壓)(발명원리 29)'처럼 특정 문제에만 제한적으로 사용되는 것들도 있다.
- 발명원리들의 사용빈도가 천차만별이다. 예를 들어 '차원 변경(발명원리 17)'처럼 자주 사용되는 것도 있지만 '중첩/포개기(발명원리 7)'처럼 거의 사용되지 않는 것도 있다.
- 발명원리의 수가 너무 많다. 현실적으로 40가지나 되는 발명원리를 제대로 배우고 활용한다는 것은 매우 힘들다.

④ 단계 4: TRIZ의 기타 요소 제거
TRIZ에는 40가지 발명원리와 이의 활용을 돕기 위한 모순행렬 외에도 표준해결책과 물리효과, 기술진화의 법칙, SLP (Smart Little People) 등과 같은 다른 많은 요소들이 포함되어 있다. SIT에서는 발명원리 외의 다른 요소들은 모두 배제하였다.
이러한 과정을 거쳐 TRIZ 40가지 발명원리들 중에서 유사한 것들끼리 묶고, 특정 문제에만 제한적으로 사용되는 것과 사용빈도가 낮은 것을 제외시켜서 나온 것이 'SIT의 5가지 사고도구'이다. Table 1은 이를 정리한 것이다.

Table 1 Five thinking tools of SIT(Park, 2016)

5가지 사고도구	설 명
제거 (Subtraction)	시스템을 구성하는 요소 중 일부, 가능하면 핵심적 요소를 제거한다. (예) 날개 없는 선풍기
용도통합 (Task Unification)	시스템을 구성하는 요소 중 하나가 다른 역할까지 수행하도록 한다. (예) 스마트폰 충전기 겸용 거치대
복제 (Multiplication)	시스템을 구성하는 요소 중 하나를 시스템 내에 추가한다. (예) 이중 면도날 안전면도기
분할 (Division)	시스템의 구성요소들을 분할하여 자유도를 높인다. (예) 무게조절 덤벨
속성의존 (Attribute Dependency)	외부환경이나 내·외부조건과 내부속성 사이에 관계를 맺어준다. (예) 자외선에 연동되는 변색렌즈

SIT의 5가지 사고도구에 대한 효과성은 여러 연구에서 확인된 바 있다(Stern et al., 2006; Stern et al., 2007; Boyd, 2007; Boyd and Goldenberg, 2013; 강익선 외, 2016; 허건 외, 2016; 박진영 외, 2017; 연주한 외, 2017; 여형석 외, 2017).

3. 선행연구

TRIZ로부터 SIT가 어떻게 도출되었는지에 대한설명은 이를 주도적으로 개발한 Horowitz(2001)의 일방적 기술만 있을 뿐 이를 검증한 논문은 찾아보기 힘들다. Toshio(2003)는 TRIZ 발명원리와 SIT 사고도구 간의 관계를 분석한 결과 SIT 5가지 사고도구가 TRIZ 40가지 발명원리 중 8개를 제외한 32개를 설명할 수 있다고 주장하였으나 그에 대한 근거를 제시하지 않았기 때문에 그의 주장을 학술적으로 수용할 수는 없다.

문성현(2015)은 세계 3대 디자인상 중 하나로 인정받고 있는 iF(International Forum) 디자인상의 콘셉트 디자인 분야의 수상작들을 대상으로 TRIZ 발명원리와 SIT 사고도구가 적용된 사례를 추출하여 분석하였다. 그는 이 연구를 통해 SIT 사고도구에 포함된 발명원리의 적용 비율이 그렇지 않은 발명원리에 비해 상당히 높은 것을 확인하였다. 그러나 iF 디자인상의 콘셉트 디자인 분야는 실제 출시된 상품이 아니라 그 이전의 디자인 콘셉트만을 대상으로 한다는 한계가 있다.

SIT의 효용성에 대한 대다수의 연구에서는 어떤 발명원리 또는 어떤 사고도구가 적용되었는지 평가하기 위해 Amabile(1982)의 합의적 평가기법(Consensual Assessment Technique, CAT)을 활용하였다(허건 외, 2016; 여형석 외 2017). CAT는 해당 영역에 경험이 많거나 훈련을 받은 전문가들이 제시된 산출물을 평가하는 방법인데, 신뢰도가 높은 결과를 얻기 위해서 가장 중요한 것은 적절한 평가자를 확보하는 것이다. 이에 대해 Kaufman et al.(2008)은 평가자들 간 평가결과의 차이에 대한 신뢰도 저하를 방지하기 위해 최소 5~10명의 전문가가 평가자로 확보되어야 한다고 주장하였다.

III. 연구 방법

1. 데이터 수집 및 활용

본 연구는 먼저 실제 산업현장에서 40가지 발명원리 각각에 대한 활용도를 파악하기 위해 김중현 외(2017)의 본 학회지 발표 논문에 있는 자료를 이용하였다(Table 2).

이 자료는 글로벌 IT 선도기업인 S전자에서 2006년부터 2016년까지 10년 이상 TRIZ 방법론을 활용하여 수행된 실제 문제해결 사례를 대상으로 TRIZ 도구별 활용도를 분석한 결과 중에서 발명원리에 대한 결과만을 추출한 것이다.

Table 2 Frequency of use of inventive principles in TRIZ (Kim et al., 2017)

발명원리	빈도 (%)	발명원리	빈도 (%)
1. 분할	328 (13.7)	21. 서두르기	12 (0.5)
2. 추출	141 (5.9)	22. 전화위복	33 (1.4)
3. 국부적 품질	90 (3.8)	23. 피드백	64 (2.7)
4. 비대칭/대칭	68 (2.8)	24. 매개체	99 (4.1)
5. 통합	183 (7.6)	25. 셀프서비스	31 (1.3)
6. 다용도	53 (2.2)	26. 복제	35 (1.5)
7. 중첩/포개기	60 (2.5)	27. 값싼 일회용품	13 (0.5)
8. 무게 보상	7 (0.3)	28. 장 이용	63 (2.6)
9. 예비 반대조치	53 (2.2)	29. 공압과 유압	5 (0.2)
10. 예비 조치	248 (10.4)	30. 얇은 필름	38 (1.6)
11. 사전 보상	133 (5.6)	31. 다공성 물질	12 (0.5)
12. 높이 맞추기	9 (0.4)	32. 색상변화	27 (1.1)
13. 반대로 하기	100 (4.2)	33. 동질성	14 (0.6)
14. 곡률 증가	35 (1.5)	34. 폐기 및 재생	7 (0.3)
15. 역동성	51 (2.1)	35. 속성변화	106 (4.4)
16. 부족/초과	52 (2.2)	36. 상전이	3 (0.1)
17. 차원 변경	94 (3.9)	37. 열팽창	8 (0.3)
18. 기계적 진동	16 (0.7)	38. 강력 산화제	4 (0.2)
19. 주기적 작용	40 (1.7)	39. 불활성 환경	7 (0.3)
20. 유익작용 지속	10 (0.4)	40. 복합재료	43 (1.8)
합 계			2,395 (100)

다음으로는 발명원리 사례 2,395건을 대상으로 각 발명원리별로 각각이 갖는 세부 의미를 기반으로 사례를 수집하였다. 예를 들어 1번 발명원리인 '분할'에는 "물체를 독립적인 서브시스템으로 나눈다", "물체를 분해하기 쉽도록 설계한다", "물체의 분해도를 증가시킨다"는 3가지 의미가 들어있다(Altshuller, 1984). 이와 같이 Altshuller는 40가지 발명원리를 설명하면서 각각 1개에서 5개까지 세부적인 의미를 명시하였고 대표적인 사례를 제시하였다. 본 연구에서는 각각의 발명원리가 지닌 세부적인 의미에 맞는 사례를 최대한 수집하고자 하였으며, 각 원리별로는 모수 대비 최소 30%의 사례를 선정하였다. 단, 모수가 상대적으로 적어서 10개 이하로 수집된 경우는 모수 전체를 대상으로 평가를 진행하였다.

이러한 과정을 통해 수집된 793개의 발명원리 적용사례 각각에 대해 SIT 5가지 사고도구로 설명이 될 수 있는지, 또한 그렇다면 어떤 사고도구로 설명이 가능한지 Amabile(1982)이 제안한 합의적 평가방법(CAT)을 통해 결정한다. 이러한 과정을 통해 얻은 자료를 토대로 SIT 5가지 사고도구 각각이 TRIZ의 어떤 발명원리를 반영하고 있는지 실증적으로 규명하고자 한다.

2. 평가자 집단 구성

본 연구의 분석을 위해 SIT 기법에 대해 최소 8시간 이상 학습 및 실습을 수행한 TRIZ Level 2 이상 전문가 10명으로 평가자 집단을 구성하였다. 이들은 모두 최소 3년 이상 TRIZ 전문가로서 활동해오고 있으며, 또한 최소 5년 이상의 개발 경력을 가진 기술자들이다. 평가에 참여한 기술자들이 TRIZ 전문가로 활동한 기간과 근무 연수는 Table 3과 같다.

Table 3 Information of the participants in the CAT
Inf. 1: Experience as TRIZ expert(year)
Inf. 2: Working experience(year)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Inf. 1	4	7	5	4	4	5	7	4	3	8
Inf. 2	7	12	10	8	9	11	10	8	5	10

3. 분석 방법

수집된 발명원리 사례가 SIT 5가지 사고도구 중 어떤 도구로 설명이 가능한지 평가자 전원의 합의를 통해 분류하였다. 1일차에 실시한 평가를 통해 합의에 이르지 못한 경우는 2일차에 다시 모여 2차 분류를 실시하였다. 2차 분류 시에는 분류 대상 사례를 추가적으로 검토하고, 핵심 아이디어가 어떤 SIT 사고도구로 설명 가능한지 깊이 있게 논의하였다. 이때 전체 10명 중 9명 이상이 동의한 경우는 합의한 것으로 간주하였다.

SIT 사고도구로 분류할 때 TRIZ 원리들이 지닌 의미를 최대한 반영하고자 하였으나 지나친 비약과 확장 해석은 피하였다. 결과에 대한 정확도를 높이기 위해 SIT 강의를 최소 18시간 이상 직접 수행한 TRIZ Level 3 이상 전문가 3명이 분류 결과를 재검토한 후 최종 확정하였다.

IV. 분석 결과

1. SIT 사고도구와 TRIZ 발명원리의 관계

수집된 732건의 TRIZ 발명원리 적용사례 각각에 대해 10명의 평가자가 합의적 평가방법(CAT)에 따라 SIT 사고도구로 설명이 될 수 있는지, 또한 그렇다면 어떤 종류의 사고도구로 설명이 되는지 분석한 결과를 Table 4에 정리하였다. 참고로 Table 4의 마지막 열에는 Horowitz(2001)가 SIT 사고도구별로 어떤 발명원리가 포함되었는지 예로 든 것을 기입하였다.

Table 4를 보면 Horowitz(2001)가 예시한 발명원리가 SIT 사고도구에 반영된 발명원리들을 모두 포괄하는 것이 아니라는 것을 알 수 있다. 예를 들어 Horowitz는 SIT 사고도구 '분할'에 포함된 발명원리를 '역동성(발명원리 15)'이라고 하였으나, 본 연구에서는 이 외에도 '분할(발명원리 1)'과 '추출(발명원리 2)'이 함께 포함되었다.

Table 4 Relationship between inventive principles of TRIZ and thinking tools of SIT

SIT 사고도구	TRIZ 발명원리	Horowitz(2001) 예시
제거	2.추출	6.다용도
용도통합	6.다용도	6.다용도
복제	5.통합, 26.복제	-
분할	1.분할, 2.추출, 15.역동성	15.역동성
속성의존	3.국부적 품질, 4.비대칭, 15.역동성, 23.피드백, 32.색상변화, 35.속성변화	3.국부적 품질, 4.비대칭, 15.역동성, 17. 차원변경

Horowitz의 예시가 본 연구 결과와 불일치하는 부분도 있었다. 예를 들어 Horowitz는 '다용도(발명원리 6)'가 SIT 사고도구 '제거'에 포함된다고 하였으나 본 연구에서는 그렇지 않았다. 하나의 요소가 다용도로 사용된다면 기존 요소 중 해당 용도를 갖는 기존요소를 제거할 수 있기는 하지만 그것은 어디까지나 '용도통합'의 부수적 결과일 뿐이다. 따라서 '다용도(발명원리 6)'는 '제거'가 아니라 '용도통합'과 직접 관련이 있다고 보는 것이 타당하다. 또한 Horowitz는 '차원변경(발명원리 17)'이 SIT 사고도구 '속성의존'에 포함된다고 하였으나 본 연구의 분류에서는 그렇지 않았다. '속성의존'이 "외부환경(조건)과 내부속성, 또는 내·외부속성과 다른 내부속성 사이의 관계를 변경시키는 것"이라는 정의에 비추어 보면 '차원변경(발명원리 17)'이 여기에 속할 수 없다는 것을 쉽게 알 수 있다.

참고적으로 기술하면 '다공성 물질(발명원리 31)'이 SIT 사고도구 '제거'에 포함되어야 한다는 의견이 분석 초기에 있었으나, 그렇게 하지 않는 것이 타당하다고 합의하였다. 특정 형상의 고형 물질에서 아주 작은 부분들을 많이 제거하면 다공성 물질이 될 수 있지만 "시스템을 구성하는 요소 중 일부, 가능하면 핵심적 요소를 제거하는 것"이 '제거'라는 정의에 비추어 보면 '다공성 물질(발명원리 31)'을 여기에 포함시키는 것은 지나친 비약이기 때문이다.

2. SIT 사고도구의 활용도

먼저 SIT 5가지 사고도구가 TRIZ 40가지 발명원리를 어느 정도 반영하고 있는지 살펴보자. Table 4의 중간 열을 보면 SIT 5가지 사고도구에 포함된 TRIZ 발명원리는 '분할(발명원

리 1)', '추출(발명원리 2)', '국부적 품질(발명원리 3)', '비대칭(발명원리 4)', '통합(발명원리 5)', '다용도(발명원리 6)', '역동성(발명원리 15)', '피드백(발명원리 23)', '복제(발명원리 26)', '색상변화(발명원리 32)', '속성변화(발명원리 35)'의 모두 11개 이다.

TRIZ 40가지 발명원리가 적용된 2,395건을 분석한 Table 2에서 SIT 5가지 사고도구에 포함된 11가지 발명원리가 적용된 사례는 1,146건으로 전체 사례의 47.8%를 점유하고 있다. 따라서 SIT 5가지 사고도구를 적용하는 것만으로도 TRIZ 40가지 발명원리를 적용하는 효과의 절반 정도를 얻을 수 있다. 이처럼 SIT는 투입되는 노력에 비해 효과가 좋기 때문에 사용자 입장에서 상당히 효율적인 발상기법이라고 볼 수 있다.

다음으로 SIT 사고도구별 적용빈도를 살펴보자. SIT 5가지 사고도구에 포함된 발명원리를 정리한 Table 4를 보면 '추출(발명원리 2)'은 '제거'와 '분할' 양쪽에 포함되어 있다. 그 이유를 추론하기 위해 TRIZ 40가지 발명원리를 예를 들어 설명한 Domb(1997)의 자료를 보면 '추출(발명원리 2)'의 예로서 에어컨 실외기와 방범 경보음 용도의 개 짖는 소리를 들고 있다. 이를 SIT 사고도구 관점에서 보면 에어컨 실외기는 본체에서 떼낸 것이므로 '분할'에 해당하고, 녹음된 개 짖는 소리만 이용하는 것은 개와 관련된 나머지 요소들을 모두 '제거'한 것으로 볼 수 있다. 이를 보면 '추출(발명원리 2)'은 '제거' 또는 '분할' 중 하나에 반영된다는 것을 짐작할 수 있다. 본 연구에서 '추출(발명원리 2)'이 적용되었다고 분류된 141개의 사례를 검토한 결과 104개는 '분할', 나머지 37개는 '제거'가 적용된 것으로 판단되었다. 실제 사례에서는 휴대폰이 특정 센서에서 입력된 데이터를 원활하게 처리하기 위해 특정 모듈을 추출하고 이 모듈의 내부 프로세스를 '분할'하는 경우가 있었다. 또한 반도체에서 활용하는 특정 설비의 성능 저하를 방지하기 위해 주기적으로 일정 시간이 지나면 특정 부품을 추출하여 '제거'하는 사례가 있었다.

또한, Table 4에서 '역동성(발명원리 15)'은 '분할'과 '속성의존' 양쪽에 포함되어 있다. Domb(1997)의 자료를 보면 '역동성(발명원리 15)'의 예로서 운전자의 신체적 조건에 따라 조절 가능한 운전대와 사용 편의성을 높이기 위해 PC 키보드를 일자(一字) 모양 대신 중간을 분리하여 팔자(八字) 모양으로 벌릴 수 있게 만든 키보드(butterfly computer keyboard)를 들고 있다. 여기서 신체 조건에 맞도록 조절 가능한 운전대는 '속성의존'에 속하고, 중간 부분을 나비 날개 모양으로 벌릴 수 있는 키보드는 '분할'에 속한다. 이 예에서 보듯이 '역동성(발명원리 15)'은 '분할'과 '속성의존' 중 하나에 반영된다. 본 연구에서 '역동성(발명원리 15)'이 적용되었다고 분류된 51개의 사례 중 16개는 '분할', 35개는 '속성의존'으로 볼 수 있었다. 실제 사례에서는 슬라이드 방식 휴대폰의 힌지를 슬라이딩 기능을 유지하면서 회전이 가능하도록 구조를 '분할'하는 경우가 있었다. 또한 햅틱 기능을 구현하는 진동 소자에서 전압의 변화에 따라 다양한 진동 특성을 보이는 압전형 엑츄에이터(piezo actuator)를 적용하는 '속성의존'의 사례가 있었다.

Table 5는 이를 반영하여 SIT 사고도구별 적용빈도를 정리하면 한 것이다.

Table 5 Frequency of use of SIT 5 thinking tools

SIT 5 가지 사고도구	사용빈도 (%)
제거	37 (3.2)
용도통합	53 (4.6)
복제	218 (19.0)
분할	448 (39.1)
속성의존	390 (34.0)
합 계	1,146 (100.0)

이 표를 보면 SIT 5가지 사고도구가 적용된 1,146개의 사례 중 '분할'과 '속성의존'에 포함된 사례가 838개로서 전체의 73%를 차지하였다. 이에 반해 '제거'와 '용도통합'이 적용된 사례는 90개로서 전체의 7.8%에 불과하였다. 이처럼 SIT 사고도구별 사용빈도의 차이가 매우 크므로 현장 문제에 적용할 경우 사용빈도가 높은 '분할'과 '속성의존'을 우선적으로 고려할 필요가 있다.

이상의 분석 결과를 토대로 SIT 활용도를 높일 수 있는 방안을 생각해 보자. TRIZ 발명원리별 사용빈도를 정리한 Table 2와 SIT 사고도구와의 관계를 정리한 Table 4를 보면 사용빈도가 높은 발명원리들 중에서 SIT 사고도구에 반영되지 않은 것들이 있다. 예를 들어 '예비 조치(발명원리 10)'와 '사전 보상(발명원리 11)'은 사용빈도가 높지만 SIT 사고도구에 반영되지 않았다. 이 두 가지 발명원리와 '예비 반대조치(발명원리 9)'는 문제가 예견되는 경우에 취하는 선행 조처라고 볼 수 있다. 손자병법에 나오는 "승리하는 군대는 먼저 승리할 수 있는 상황을 만들어 놓은 후에 전쟁을 벌이지만 패배하는 군대는 먼저 전쟁을 일으킨 후에 승리를 추구한다"는 말처럼 선행적 조처는 성공을 위한 보편적 원리다. SIT 5가지 사고도구에 '선행 조처(proactive action)' 하나만 추가해도 TRIZ 40가지 발명원리를 적용하는 효과의 약 70%를 얻을 수 있다.

따라서 기존의 SIT 5 가지 사고도구를 불변의 기준으로 받아들이지 말고, '선행 조처' 등을 추가한 (가칭) SIT Plus로 SIT를 확장할 필요가 있다.

SIT Plus는 SIT 5가지 사고도구를 확장한 비즈니스 창의성

코드(Business Creativity Code, BCC)와는 다르다. BCC는 기술적 영역을 넘어 경영 분야, 나아가 문화예술 영역까지 창의적 발상의 보편적 원리를 적용하기 위해 개발된 것이지만(박영택, 2016; 김휘규 외, 2016), SIT Plus는 기술적 난제의 해결을 위한 TRIZ 발명원리에 기반을 둔 SIT의 확장이다.

V. 결론 및 토의

본 연구에서는 TRIZ 발명원리와 SIT 사고도구의 관계를 밝히고, SIT 사고도구에 내재되어 있는 TRIZ 발명원리를 명확하게 규명하고자 한다. 또한 이를 토대로 SIT의 발전방향과 SIT 사고도구를 산업 현장에서 좀 더 실질적으로 활용할 수 있는 방안을 모색하였다. S전자에서 10년 동안 TRIZ 방법론을 활용하여 수행된 2,500여 건의 실제 문제해결 사례를 분석한 본 연구를 통해 밝혀진 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, SIT 5가지 사고도구에는 TRIZ 40가지 발명원리 중 11개가 반영되어 있다. SIT 사고도구 제거(subtraction)에는 추출(발명원리 2); 용도통합(task unification)에는 다용도(발명원리 6); 복제(multiplication)에는 통합(발명원리 5)과 복제(발명원리 26); 분할(division)에는 분할(발명원리 1)과 추출(발명원리 2) 및 역동성(발명원리 15)이 반영되어 있다. 또한 속성의존(attribute dependency)에는 국부적 품질(발명원리 3), 비대칭(발명원리 4), 역동성(발명원리 15), 피드백(발명원리 23), 색상변화(발명원리 32)가 반영되어 있다.

둘째, SIT 사고도구는 간단하지만 실용성이 높은 발상법으로 확인되었다. 5가지 사고도구만으로 TRIZ 40가지 발명원리가 적용될 수 있는 사례의 절반 가까이를 설명할 수 있었다.

마지막으로, SIT 5가지 사고도구 중 '분할'과 '속성의존'은 적용빈도가 높으나 '제거'와 '용도통합'은 적용빈도가 낮다. 따라서 SIT를 적용할 경우 '분할'과 '속성의존'을 우선적으로 고려할 필요가 있다.

향후 주요 연구방향으로는 다음과 같은 두 가지를 생각할 수 있다.

먼저, TRIZ 40가지 발명원리 중 상대적으로 적용빈도가 높은 발명원리 중 SIT 사고도구에 포함되지 않은 것들을 추가적으로 반영할 필요가 있다. 예를 들어 '예비 반대조치(발명원리 9)', '예비 조치(발명원리 10)'와 '사전 보상(발명원리 11)'을 '선행 조처(proactive action)'라는 사고도구로 반영하면 TRIZ 40가지 발명원리 전체를 적용하는 효과의 약 70%를 얻을 수 있다.

다음으로, 본 연구에서는 TRIZ 발명원리와 SIT 사고도구의 적용빈도를 기준으로 고찰하였으나 적용효과도 함께 고려할 필요가 있다. 예를 들어 2009년 다이슨(Dyson) 사가 출시한 날개 없는 선풍기는 전기 선풍기가 개발된 지 130년 만에 일어난 최초의 근본적 혁신으로 평가된다. 이 예를 보면 적용빈도가 낮은 SIT 사고도구 '제거'의 적용효과가 다른 사고도구들에 비해 상대적으로 클 가능성이 있다. TRIZ 발명원리별 적용빈도와 적용효과를 함께 반영하여 SIT 사고도구를 개선한다면 훨씬 더 실질적이면서도 효과적인 발명적 사고체계가 나올 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 강익선·송해근·박영택(2016). 아이디어의 창의성과 고객만족의 측정에 관한 연구. **품질경영학회지, 44**(1), 139-152.
2. 김중현·여형석·박영택(2017). 트리즈 도구별 활용도 분석. S사의 적용사례를 중심으로. **공학교육연구, 20**(4), 3-11.
3. 김휘규·박영택(2016). 건설 설계VE의 효율적 문제해결 아이디어 도출을 위한 비즈니스창의성코드(BCC) 활용방안. **한국건축시공학회지, 16**(4), 367-379.
4. 문성현(2015). **체계적 창의성 기법의 적용성에 관한 연구. iF concept design award를 중심으로.** 성균관대학교 석사학위논문.
5. 박영택(2016). **박영택 창의발상론.** 한국표준협회미디어.
6. 박진영·박영택(2017), 해외 아이디어 상품들의 내재된 발명적 사고원리와 창의성에 관한 연구. **한국창업학회지, 12**(3), 310-332.
7. 연주한·박영택(2017), 해외 아이디어 상품들의 내재된 발명적 사고원리와 창의성에 관한 연구. **한국창업학회지, 12**(1), 167-192.
8. 여형석·김중현·이준영·박영택(2017). 신제품 콘셉트 발상을 위한 SIT & BCC 활용에 관한 연구. **산업디자인학연구, 11**(3), 11-22.
9. 조선일보 위클리비즈팀(2010). **위클리비즈** i. 21세기북스.
10. 허건·송해근·심재헌·박영택(2016). 창의적인 식품 개발에 있어서 SIT의 효과성에 관한 연구. H사의 신제품을 중심으로. **품질경영학회지, 44**(1), 95-108.
11. Altshuller, G. S.(1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of Solution of Inventive Problems*. Gordon and Breach.
12. Altshuller, G. S.(2007). *The Innovation Algotithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*. Technical Innovation Center.
13. Amabile, T. M.(1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology, 43*(5), 997-1013.
14. Boyd, D.(2007). A structured, facilitated team approach to innovation. *Organizational Development Journal, 25*(3), 119-122.
15. Boyd, D. & Goldenberg, J.(2013). *Inside the Box: A Proven*

System of Creativity for Breakthrough Results. Simon & Shuster.(이경식 역(2014). 틀 안에서 생각하기. 책읽는 수요일).
16. Domb, E.(1997). 40 inventive principles with example. *The TRIZ Journal*. Available from: https://triz-journal.com/40-inventive-principles-examples/
17. Finke, R. A.(1990). *Creative imagery: Discoveries and Inventions in Visualization*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
18. Goldenberg, J., R. Horowitz, A. Levav and D. Mazursky(2003). Finding your innovation sweet spot. *Havard Business Review, 81*(3), 120-129.
19. Horowitz, R.(2001). From TRIZ to ASIT in 4 steps. *The TRIZ Journal*. Available from: https://triz-journal.com/triz-asit-4-steps/
20. Kaufman, J. C., J. Plucker and J. Baer(2008). *Essentials of Creativity Assessment*. Wiley.
21. Maimon, O. Z. and R. Horowitz(1999). Sufficient conditions for inventive solutions. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernectics - Part C: Applications and Review, 29*(3), 349-361.
22. Rantanen, K. and E. Domb(2002). *Simplified TRIZ: New Problem-Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals*. CRC Press.
23. Root-Bernstein, R. S. & Root-Bernstein, M. M.(2001). *Sparks of Genius: The Thirteen Thinking Tools of the World's Most Creative People*. Mariner Books. 박종성 역(2007). 생각의 탄생 다빈치에서 파인먼까지 창조성을 빛낸 사람들의 13가지 생각도구. 에코의 서재.
24. Runco, M. A. and J. J. Garrett(2012), The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal, 24*(1), 92-96.
25. Salamatov, Y.(2005). *TRIZ: The Right Solution at the Right Time: A Guide to Innovative Problem Solving*. Institute of Innovative Design.
26. Savranksy, S. D.(2000). *Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*. CRC Press.
27. Stern, Y, I. Biton and Z. Ma'or(2006). Systematically creating coincidental product evolution case studies of the application of the systematic inventive thinking(SIT) method in the chemical industry. *Journal of Business Chemistry, 3*(1), 13-21.
28. Stern, Y., R. Taragin and S. Larry(2007). New thoughts for food. *Food Technology, 61*(10), 34-40.
29. Terninko, J., A. Zusman, and B. Zlotin(1998). *Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ*. CRC Press.
30. Toshio, T.(2003). How people interact with object using TRIZ and ASIT. *The TRIZ Journal*. Available from: https://triz-journal.com/people-interact-objects-using-triz-asit/

김중현 (Kim, Jung-Hyeon)
1996년: 서울대학교 농업기계학과 졸업
1998년: 동 대학원 농업기계학과 석사
2015년~현재: 성균관대학교 기술경영학과 박사과정
관심분야: 트리즈, 창의성, 인지심리학
E-mail: trizkim@daum.net

박영택 (Park, Young-Taek)
1979년: 서울대학교 산업공학과 졸업
1981년: KAIST 산업공학과 석사
1986년: 동 대학원 산업공학과 박사
1983년~현재: 성균관대학교 시스템경영공학과 및 기술경영대학원 교수
관심분야: 창의성 교육, 품질혁신, 이노베이션관리
E-mail: ytpark@skku.edu